

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-021651

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl. G11B 20/10

G11B 20/18

H03M 13/12

H04L 25/02

H04L 25/08

(21)Application number : 08-175197

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 04.07.1996

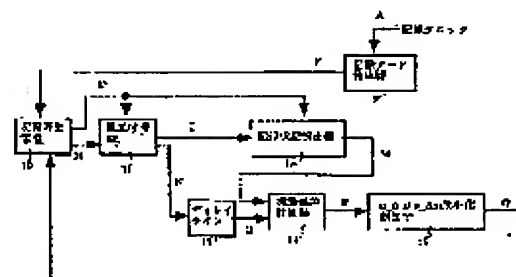
(72)Inventor : NARAHARA TATSUYA

## (54) MARGIN DETECTION DEVICE FOR INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to perform adjustment using less samples in a short period of time by utilizing a standard deviation of a difference metric as an evaluation function for the adjustment or the like in an information recording and reproducing apparatus utilizing maximum likelihood decoding.

**SOLUTION:** A reproduction clock D and a reproduced signal H are output from an information record recording and reproducing apparatus 10 at the time of reproduction to be provided to a maximum likelihood decoder 11. A recording condition detector 12 generates a recording condition sequence M based on an estimated recording sequence I which is detected by the maximum likelihood decoder 11 at a low error rate. A standard deviation calculator 14 selects a difference metric O which is provided with a delay detected by a delay line 13 with respect to a difference metric N which is output from the maximum likelihood decoder 11, thereby calculating a standard deviation. As  $\Delta\mu/\mu - \Delta m$  minimizing controller 15 adjusts the deviation in a sampling phase, a tracking offset or the like in the information record recording and reproducing apparatus 10 so as to minimize the standard deviation  $s\Delta\mu$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3674160

[Date of registration] 13.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-17273

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 19.08.2004

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-21651

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

| (51) Int.Cl. <sup>8</sup>     | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所  |
|-------------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| G 1 1 B 20/10                 | 3 2 1 | 7736-5D | G 1 1 B 20/10 | 3 2 1 Z |
| 20/18                         | 5 3 4 |         | 20/18         | 5 3 4 A |
| H 0 3 M 13/12                 |       |         | H 0 3 M 13/12 |         |
| H 0 4 L 25/02                 | 3 0 2 |         | H 0 4 L 25/02 | 3 0 2 B |
| 25/08                         |       |         | 25/08         | B       |
| 審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) |       |         |               |         |

(21) 出願番号 特願平8-175197

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月4日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 横原 立也

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

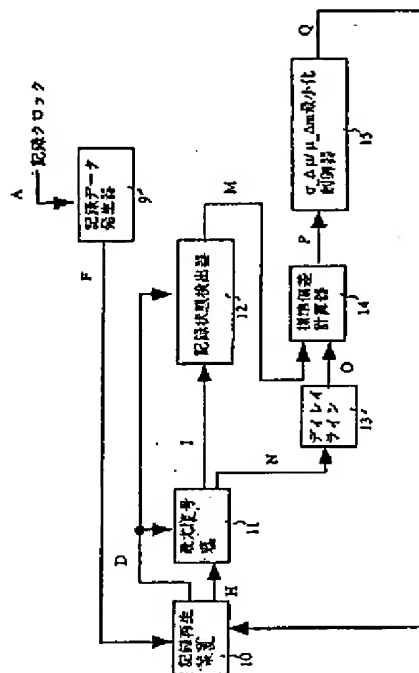
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 情報記録再生装置の余裕度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 最尤復号を用いる情報記録再生装置において、調整等の評価関数として差メトリックの標準偏差を利用することで、少ないサンプル数でかつ短時間で調整を可能にする。

【解決手段】 再生時に情報記録再生装置3から出力された再生クロックDと再生信号Hとを最尤復号器11へ供給する。最尤復号器11によって低エラーレートで検出できた推定記録列Iに基づいて記録状態検出器12で記録状態系列Mを生成し、最尤復号器11内から出力された差メトリックNに対してディレイライン13で検出分の遅延を与えた差メトリックOを標準偏差計算器14で選別し、標準偏差を求める。 $\sigma \Delta \mu / \mu \Delta m$  最小化制御器15は、標準偏差 $\sigma \Delta \mu$ が最小となるよう情報記録再生装置3のサンプリング位相のずれ、トラックオフセット等を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報を記録した媒体から再生される信号に基づいて記録情報を最尤復号器で検出する情報記録再生装置と、  
最尤復号におけるユークリッド距離が最小のパスが存在する記録系列の検出器と、  
前記記録系列の再生信号系列とユークリッド距離が最小であるパスの尤度の差を求める減算器と、  
前記差を統計処理する演算器とを備えたことを特徴とする情報記録再生装置の余裕度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ビタビ復号等の最尤復号を用いた情報記録再生装置に係り、詳しくは、再生の余裕度を少ないサンプル数で検出できるようにした余裕度検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】記録媒体からの再生信号をチャンネルクロックによりサンプリングし、ビタビ復号等の最尤復号方式によって記録情報を検出する情報記録再生装置において、記録情報を検出するためのサンプリング位相のずれ、等化器のパラメータ、トラックオフセット等の調整には再生エラーレイトが用いられてきた。

【0003】このような再生エラーレイトを評価値にして各種の調整を行なう場合、決まったデータを記録しその再生検出パターンと記録パターンとを照合することで再生エラーレイトを求めたり、エラー検出情報を予め付加して記録し再生後これを検出してエラーレイトを求め、求めたエラーレイトが最小になるように各調整値を設定している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した再生エラーレイトが最小になるように各調整値を設定する従来の調整方法では、低いエラーレイトが要求された場合、再生信号のサンプル数が多く必要となり、調整に多大な時間が必要にある。

【0005】例えば、 $1 \times 10^{-3}$ のエラーレイトが必要とされる場合、 $1 \times 10^{-3}$ でエラーの有無を検出するだけのデータ数が必要になる。つまり、最低 $10^3$ のシンボルが必要となる。 $10^3$ のシンボルを再生するには、シンボルレートが高く、例えば $50 \text{ Msp/s} = 5 \times 10^7 \text{ sp/s}$  (sp/s: シンボル/秒)であった場合でも、20秒を要する。したがって、1つの調整項目に対して2回のエラーレイト検出で調整を終えたとしても1調整項目当りの再生時間は40秒となり、全体で調整項目数倍の時間を最低必要とする。

【0006】このように再生エラーレイトを評価値にして各種の調整を行なう従来の調整方法は、再生エラーレイトを検出するために多大な情報を再生する必要があり、その多大な情報を再生するために多くの時間を要す

るため、調整に時間がかかるという問題がある。

【0007】この発明はこのような課題を解決するためなされたもので、各種の調整の評価値を少ないサンプル数で検出できるようにした余裕度検出装置を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためこの発明に係る情報記録再生装置の余裕度検出装置は、記録系列と再生信号系列との同期をとり、最尤復号におけるユークリッド距離が最小であるパスの存在する記録系列に相当する再生信号系列パスの尤度の差を求め、その尤度の差を統計処理することで、再生エラーレイトを最小化する最適調整条件を決定する。

【0009】この発明に係る情報記録再生装置の余裕度検出装置は、少ないサンプル数で各種の調整の評価値を検出できるので、短時間で最適な調整値の設定を行なうことができる。

## 【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について添付図面に基づいて説明する。まず、ユークリッド距離が最小であるパスの記録系列に相当する再生信号系列パスの尤度の差を求める処理について説明する。なお、ここでは、パルシャルレスポンス方式での記録/再生を行ない、ビタビ復号等の最尤復号を行なうPRML (Partial-Response Maximum-Likelihood) 方式において、パルシャルレスポンス特性を図1に示すように、 $(B/2, A, B/2)$ に選び、かつ、RLL (1, 7) 符号等の (Run Length Limited) 符号を用い、最小ラン

【0011】k サンプル時における記録ビット系列 $b_k$ 、 $\gamma(0, 1)$ で決まる状態 $S_k$ は、次の表1に示すように、 $S_0, S_1, S_2, S_3$ の4状態になる。

## 【0012】

## 【表1】

| State | Recorded bit |       |
|-------|--------------|-------|
|       | $b_{k-1}$    | $b_k$ |
| $S_0$ | 0            | 0     |
| $S_1$ | 0            | 1     |
| $S_2$ | 1            | 1     |
| $S_3$ | 1            | 0     |

表1

【0013】各状態は、次の記録ビットの値によって次の状態に移移する。このときの状態遷移を示すトレリス線図を図2に示す。図2中の○印が各時刻における状態を、矢印が記録ビットによる状態遷移を示す。矢印で示す状態遷移をブランチと呼び、ブランチの識別子として

a, b, c, d, e, fの各文字をあてる。各ブランチと、記録ビット系列 $b_k$ 、前後の状態 $S_{k-1}$ 、 $S_k$ 、期待値 $y_k$ 、ブランチメトリック $(z_k - y_k)^2$ の関係\*  
 \*を表2に示す。  
 【0014】  
 【表2】

| Branch | Recorded bit |           |       | State     |       | Noiseless output | Branch metric   |                 |
|--------|--------------|-----------|-------|-----------|-------|------------------|-----------------|-----------------|
|        | $b_{k+1}$    | $b_{k+1}$ | $b_k$ | $s_{k+1}$ | $s_k$ | $y_k$            | $(z_k - y_k)^2$ |                 |
| a      | 0            | 0         | 0     | S0        | S0    | -A-B             | $bma_k$         | $(z_k + A+B)^2$ |
| b      | 1            | 0         | 0     | S3        | S0    | -A               | $bmb_k$         | $(z_k + A)^2$   |
| c      | 0            | 0         | 1     | S0        | S1    | -A               | $bmc_k$         | $(z_k + A)^2$   |
| d      | 0            | 1         | 1     | S1        | S2    | A                | $bmd_k$         | $(z_k - A)^2$   |
| e      | 1            | 1         | 1     | S2        | S2    | A+B              | $bme_k$         | $(z_k - A-B)^2$ |
| f      | 1            | 1         | 0     | S2        | S3    | A                | $bmf_k$         | $(z_k - A)^2$   |

表2

【0015】ここで、期待値 $y_k$ は、ノイズや歪のない理想再生チャンネルの記録ビット系列 $b_k$ に対する出力を意味し、次の(1)式で値が決まる。  
 ※

$$y_k = B/2 b'_{k-2} + A b'_{k-1} + B/2 b'_k \quad \dots (1) \text{ 式}$$

【0017】ここで、 $b'_k$ は、 $b_k$ の0を-1, 1に割り当てたものである。ブランチメトリック $(z_k - y_k)^2$ は、実際の再生系列 $z_k$ と各ブランチの期待値 $y_k$ との差を表わす量であり、各ブランチの添え字をつけて、 $bma_k$ 、 $bmb_k$ 等とする。図2、表2では、最小ランレングスを1に制限した場合の禁止パターン $\{\dots 0, 1, 0\dots\}$ 、 $\{\dots 1, 0, 1\dots\}$ に相当するブランチが除かれている。

【0018】さて、ビタビ復号においては、図2に示し★

★た状態S0, S2に合流するブランチa, bとd, eとを各サンプル毎に選択していく。状態S1, S3では、ブランチc, fが選択なしに残る。この結果、途切れることなく残ったひと続きのパスに相当する記録系列を、実際に記録された系列として検出するものである。

【0019】この選択条件を表3に示す。

【0020】

【表3】

| State           | Add branch metric and compare                | Selected branch | Selected metric |                    | Decoded bit |           |
|-----------------|--|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|-----------|
|                 |  |                 |                 |                    | $a_{k+1}$   | $b_{k+1}$ |
| S0 <sub>k</sub> | $(m0_{k+1} + bma_k) \leq (m3_{k+1} + bmb_k)$ | a               | $m0_k$          | $m0_{k+1} + bma_k$ | 0           | 0         |
|                 | $(m0_{k+1} + bma_k) > (m3_{k+1} + bmb_k)$    | b               |                 | $m3_{k+1} + bmb_k$ | 0           | 0         |
| S1 <sub>k</sub> | $m0_{k+1} + bmc_k$                           | c               | $m1_k$          | $m0_{k+1} + bmc_k$ | 1           | 1         |
| S2 <sub>k</sub> | $(m1_{k+1} + bmd_k) \leq (m2_{k+1} + bme_k)$ | d               | $m2_k$          | $m1_{k+1} + bmd_k$ | 0           | 1         |
|                 | $(m1_{k+1} + bmd_k) > (m2_{k+1} + bme_k)$    | e               |                 | $m2_{k+1} + bme_k$ | 0           | 1         |
| S3 <sub>k</sub> | $m2_{k+1} + bmf_k$                           | f               | $m3_k$          | $m2_{k+1} + bmf_k$ | 1           | 0         |

表3

【0021】ここで、メトリック $m0_{k-1}$ は、 $k-1$ サンプルにおける状態S0に残ったパスのブランチメトリックの累積値である。 $k$ サンプルにおいては、ブランチa, bからのメトリックの小さい方を選択し、その値を $m0_k$ として、次の $k+1$ サンプルでの選択に用いる。状態S2についても同様の処理を行なう。状態S1, S3については、最小ランレングスの制限により、図2に

示すように状態S0, S2のメトリックを選択なしに引き継ぐ。

【0022】Nビットの真の記録系列に相当するパスを誤ることなく選択した場合のメトリックは、次の(2)式で表わされる。

【0023】

【数2】

$$m x_k = \sum_{k=0}^{N-1} (z_{n-k} - y_{n-k})^2$$

... (2) 式

【0024】ここで、 $y_k$  は真の記録系列に相当する真の期待値列である。これをN次元ベクトル  $\{y_k\}$  とすると、実際の入力ベクトル  $\{z_k\}$  とのユークリッド距離の2乗値に相当する。

【0025】前述の選択では生き残りバスのメトリックを最小になるように処理するので、 $m x_k$  は最小値である。したがって、記録系列ベクトルに最も距離の近いバスが生き残ることになる。これは(2)式より、実際の再生系列  $z_k$  が真の記録系列に相当する真の期待値列  $y_k$  に一致すれば0、一致しないものが1つでもあれば非零の正の値をとることによりあきらかである。

【0026】このビタビ復号方式において、エラーの発生するのはバスの選択を誤った場合である。したがって \*

\*て、kにおける記録系列の状態がS0である場合、正しい遷移がブランチa: S0→S0であるのに、ブランチb: S3→S0を選択した場合になる。これは、表2から

$$m 3_{k-1} + b m b_k - (m 0_{k-1} + b m a_k) < 0$$

の場合である。逆に記録系列の状態がS3であるならば、

$$10 \quad m 0_{k-1} + b m a_k - (m 3_{k-1} + b m b_k) \leq 0$$

の時に誤りが発生する。この差を差メトリック  $\Delta m_k$  とし、各遷移に対しエラーが発生する場合に負の値をとるようにするため、表4のように設定する。

【0027】

【表4】

| State           | Difference metric                           | Selected branch | Selected metric |                       | Decoded bit |       |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------|-------|
|                 |   |                 |                 |                       | $a_k$       | $b_k$ |
| S0 <sub>k</sub> | $\Delta m_k$                                |                 |                 |                       |             |       |
|                 | $m 3_{k-1} + b m b_k - m 0_{k-1} - b m a_k$ | a               | $m 0_k$         | $m 0_{k-1} + b m a_k$ | 0           | 0     |
|                 | $m 0_{k-1} + b m a_k - m 3_{k-1} - b m b_k$ | b               |                 | $m 3_{k-1} + b m b_k$ | 0           | 0     |
| S1 <sub>k</sub> | ***   | c               | $m 1_k$         | $m 0_{k-1} + b m c_k$ | 1           | 1     |
| S2 <sub>k</sub> | $m 2_{k-1} + b m c_k - m 1_{k-1} - b m d_k$ | d               | $m 2_k$         | $m 1_{k-1} + b m d_k$ | 0           | 1     |
|                 | $m 1_{k-1} + b m d_k - m 2_{k-1} - b m c_k$ | e               |                 | $m 2_{k-1} + b m c_k$ | 0           | 1     |
| S3 <sub>k</sub> | ***   | f               | $m 3_k$         | $m 2_{k-1} + b m f_k$ | 1           | 0     |

表4

【0028】再生系列  $z_k$  に対し、復号の結果、または同期信号により、正しい記録系列と同期を取り、各記録系列に応じた差メトリック  $\Delta m_k$  を求めれば、その分布が正の方向に離れていけば、誤りが発生しにくくなる。

【0029】この分布は再生信号振幅のばらつきを反映したものであり、多くの媒体においては、ノイズ等が原※

$$\exp \{-(x-\mu^2)/2\sigma^2\}$$

... (3) 式

【0031】また、負の値を取る確率は、次の(4)式で表わされる。

★【0032】

★【数4】

$$\text{prob}(\Delta m < 0) = \frac{1}{2\sigma} \int_0^{-\infty} \exp \{-(x-\mu^2)/2\sigma^2\} dx \quad \dots (4) \text{ 式}$$

【0033】図3より、差メトリック  $\Delta m_k$  の平均値  $\mu_{\Delta m}$  と標準偏差  $\sigma_{\Delta m}$  がわかれば、 $\sigma_{\Delta m}/\mu_{\Delta m}$  を最小化すれば、誤り率の最小化が可能になる。

【0034】ここで、全再生系列に対しS0、S2における差メトリックを用いると、最悪バスとの距離がパターンによりばらつき、他種類の平均値=中心値を持つ分布の集りになり、正規分布と異なる分布となることより、 $\sigma_{\Delta m}/\mu_{\Delta m}$  と誤り率の相関が小さくなってしまふ。

【0035】したがって、もっとも、 $\Delta m$  が負の値をと

※因になることから、平均値を中心とした正規分布を示し、平均値が  $\mu$ 、標準偏差が  $\sigma$  である場合、確率密度関数分布関数は、次の(3)式で表わされる。

【0030】

【数3】

る確率が高い2つのバス間の距離が最小値を持つものを記録系列の中から選び出す必要がある。このようなものは、ある状態から分岐した1組のバスが次の早い機会に合流する場合であり、本説明の場合は、図4に示す2組4つのバスである。これは状態の遷移で表わすと、表5に示すものである。

【0036】

【表5】

| Recorded path | State     |           |           |       | Critical path |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------|
|               | $S_{n-3}$ | $S_{n-2}$ | $S_{n-1}$ | $S_n$ |               |
| A             | S0        | S0        | S1        | S2    | B             |
| B             | S0        | S1        | S2        | S2    | A             |
| C             | S2        | S2        | S3        | S0    | D             |
| D             | S2        | S3        | S0        | S0    | C             |

表5

【0037】このkサンプル目の記録状態がS2で、1サンプル以前がS1、2サンプル以前がS0、3サンプル以前がS0である場合、S0でブランチaを選択するものとして、表4にしたがって $\Delta m$ を演算し、その平均値と標準偏差を求めればよい。

【0038】図5は本発明に係る情報記録再生装置の余裕度検出装置のブロック構成図である。図5においてテスト用記録ビット列b、Fは、スイッチ2により記録クロックAとともに、記録データ発生器1に入力され、記録再生装置3によって媒体上に書き込まれる。再生時は、媒体上に書き込まれたパターンの再生信号に同期した再生クロックDと、その再生クロックDでサンプリングされた再生信号Hがピタビ復号器等の最尤復号器5に入力される。最尤復号器5によって検出された2値の情報ビットIはシンクパターン検出器6へ供給され、シンクパターン検出器6でシンクパターン部が検出される。シンクパターン発生器6から出力されるシンクパターンのタイミング信号Jに基づいて、記録データ発生器1は最尤復号器5内でのメトリック計算結果Kとの同期を取る。記録状態検出器7は、記録データに基づいて状態系列Eを発生し、標準偏差計算器8内で、図4に示す2組4つのパスの合流点の差メトリックを選び、平均値と標準偏差を演算し、標準偏差を平均値で除算して $\sigma\_ \Delta m / \mu\_ \Delta m$ を出力する。標準偏差計算器8から出力された $\sigma\_ \Delta m / \mu\_ \Delta m$ は、 $\sigma\_ \Delta m / \mu\_ \Delta m$ 最小化判定器3へ供給される。

【0039】図6は本発明に係る他の情報記録再生装置の余裕度検出装置のブロック構成図である。図5では、決まった記録パターンを用いて差メトリックの検出を行なう構成を示した。これに対して、図6に示す情報記録再生装置の余裕度検出装置は、繰り返しパターンを固定化することが困難な光ROMディスク等に対して適用できるようにしたものである。図6に示す情報記録再生装置の余裕度検出装置は、最尤復号器11によって低エラーレートで検出できた推定記録系列Iから、記録状態検出器12で記録状態系列Mを生成し、最尤復号器11内から出力された差メトリックNに対してディレイライン13で検出分の遅延を与えた差メトリックOを標準偏差計算器14で選別し、標準偏差を求める。

【0040】図5ならびに図6では、最尤復号器等を記録再生装置の外部に構成した評価器としての構成を示したが、これら検出系の一部または全てを記録再生装置内に設け、差メトリックの分布の広がり検出値 $\sigma\_ \Delta m / \mu\_ \Delta m$ に基づいて最小化する自動調整ループを構成してもよい。

【0041】自動調整ループをトラッキングオフセットの自動調整を例に以下に説明する。図6に示した自動記録再生部10内に設けられたトラッキングオフセットの調整回路を図7に示す。トラックセンターからのずれに対応したトラッキングエラーは、トラッキングエラー検出器19で検出され、トラッキングサーボオフセット電圧Qとの差が加算器16で求められる。加算器16の加算出力は、位相補償器17へ供給され、この位相補償器17で応答特性の位相補償がなされた後に、トラッキングアクチュエータ18へ制御信号として供給される。これにより、再生スポット（再生ヘッド）の位置は、トラッキングサーボオフセット電圧Qに比例した位置に制御される。

【0042】トラッキングサーボオフセット電圧Qと差メトリックの標準偏差との関係を図8に示す。図8では、トラッキングサーボオフセット電圧Qをトラッキングサーボオフセット電圧Vxとして、また、差メトリックの標準偏差の広がり検出値（ $\sigma\_ \Delta m / \mu\_ \Delta m$ ）を $\eta$ として示している。

【0043】再生スポット（再生ヘッド）がトラックのセンターからずれると、隣接トラックからのクロストークが増加することによって再生信号のSN比（SNR）は減少し、差メトリックの標準偏差 $\sigma\_ \Delta m$ が増加し、差メトリックの標準偏差の広がり検出値 $\eta$ は増加する。目的トラックの両側に隣接トラックが存在するため、図8に示すように、極小点を持つ偶対象曲線となる。

【0044】最小の $\eta$ を与えるVxを決定するアルゴリズムを図9に示す。初期値V0から $\eta$ が増加するまで変分 $\Delta V$ を順次減じていき、Sumiを記憶しておき、最小のSumiを与えるサンプルと、それ以前のものの中点をVxとして、例えば図6、図7に示したトラッキングサーボオフセット電圧Qを決定すれば、 $\eta$ は最小化できる。変分 $\Delta V$ は規定されたトラックオフセット誤差に相当する電位の2倍以下に設定すればよい。

【0045】また、差メトリックの処理は、波形干渉（ISI）の幅が3点でかつ最小ランレングスが1のもので説明したが、波形干渉（ISI）の幅がN点（2以上）で最小ランレングスが0以上のPRML方式に対しても同様に各方式で最小ユークリッド距離を持つパターンに対して、同じ処理を行なってもよい。例として、波形干渉（ISI）の幅が4点のものの図1、図2、図3に対応する図を図10、図11、図12に示すととも

に、表1～5に対応する表を表6～表10に示す。

[0046]  
[表6]

| State<br>$s_i$ | Recorded bit |           |       |
|----------------|--------------|-----------|-------|
|                | $b_{i+1}$    | $b_{i+2}$ | $b_i$ |
| S0             | 0            | 0         | 0     |
| S1             | 1            | 0         | 0     |
| S2             | 1            | 1         | 0     |
| S3             | 1            | 1         | 1     |
| S4             | 1            | 1         | 0     |
| S5             | 1            | 0         | 0     |

表6

\* [0047]  
[表7]

10

\*

| Branch | Recorded bit |           |           |       | State     |       | Noiseless output | Branch metric   |                 |
|--------|--------------|-----------|-----------|-------|-----------|-------|------------------|-----------------|-----------------|
|        | $b_{i+1}$    | $b_{i+2}$ | $b_{i+3}$ | $b_i$ | $s_{i+1}$ | $s_i$ | $y_i$            | $(z_i - y_i)^2$ |                 |
| a      | 0            | 0         | 0         | 0     | S0        | S0    | -A-B             | $bma_i$         | $(z_i + A+B)^2$ |
| b      | 1            | 0         | 0         | 0     | S5        | S0    | -A               | $bmb_i$         | $(z_i + A)^2$   |
| c      | 0            | 0         | 0         | 1     | S0        | S1    | -A               | $bmc_i$         | $(z_i + A)^2$   |
| d      | 1            | 0         | 0         | 1     | S5        | S1    | -A+B             | $bmd_i$         | $(z_i + A-B)^2$ |
| e      | 0            | 0         | 1         | 1     | S1        | S2    | 0                | $bme_i$         | $(z_i - 0)^2$   |
| f      | 0            | 1         | 1         | 1     | S2        | S3    | A                | $bmf_i$         | $(z_i - A)^2$   |
| g      | 1            | 1         | 1         | 1     | S3        | S3    | A+B              | $bmgi$          | $(z_i - A-B)^2$ |
| h      | 0            | 1         | 1         | 0     | S2        | S4    | A-B              | $bmh_i$         | $(z_i - A+B)^2$ |
| i      | 1            | 1         | 1         | 0     | S3        | S4    | A                | $bmi_i$         | $(z_i - A)^2$   |
| j      | 1            | 1         | 0         | 0     | S4        | S5    | 0                | $bmj_i$         | $(z_i - 0)^2$   |

表7

[0048]

※ ※ [表8]

| State<br>$s_i$ | Add branch metric and compare                | Selected branch | Selected metric |                    | Decoded bit |       |
|----------------|--|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|-------|
|                |  |                 | $m0_i$          | $m0_{i+1} + bma_i$ | $a_i$       | $b_i$ |
| S0             | $(m0_{i+1} + bma_i) \leq (m5_{i+1} + bmb_i)$ | a               | $m0_i$          | $m0_{i+1} + bma_i$ | 0           | 0     |
|                | $(m0_{i+1} + bma_i) > (m5_{i+1} + bmb_i)$    | b               |                 | $m5_{i+1} + bmb_i$ | 0           | 0     |
| S1             | $(m0_{i+1} + bmc_i) \leq (m5_{i+1} + bmd_i)$ | c               | $m1_i$          | $m0_{i+1} + bmc_i$ | 1           | 1     |
|                | $(m0_{i+1} + bmc_i) > (m5_{i+1} + bmd_i)$    | d               |                 | $m5_{i+1} + bmd_i$ | 1           | 1     |
| S2             | $m1_{i+1} + bme_i$                           | e               | $m2_i$          | $m1_{i+1} + bme_i$ | 0           | 1     |
| S3             | $(m2_{i+1} + bmf_i) \leq (m3_{i+1} + bmg_i)$ | f               | $m3_i$          | $m2_{i+1} + bmf_i$ | 0           | 1     |
|                | $(m2_{i+1} + bmf_i) > (m3_{i+1} + bmg_i)$    | g               |                 | $m3_{i+1} + bmg_i$ | 0           | 1     |
| S4             | $(m2_{i+1} + bmh_i) \leq (m3_{i+1} + bmi_i)$ | h               | $m4_i$          | $m2_{i+1} + bmh_i$ | 1           | 0     |
|                | $(m2_{i+1} + bmh_i) > (m3_{i+1} + bmi_i)$    | i               |                 | $m3_{i+1} + bmi_i$ | 1           | 0     |
| S5             | $m4_{i+1} + bmj_i$                           | j               | $m5_i$          | $m4_{i+1} + bmj_i$ | 0           | 0     |

表8

【0049】

\* \* 【表9】

| State<br>$s_k$ | Add branch metric and compare         | Selected branch | Selected metric |                    | Decoded bit |       |
|----------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|-------|
|                |                                       |                 |                 |                    | $a_k$       | $b_k$ |
| S0             | $m5_{k-1} + bmb_k - m0_{k-1} - bma_k$ | a               | $m0_k$          | $m0_{k-1} + bma_k$ | 0           | 0     |
|                | $m0_{k-1} + bma_k - m5_{k-1} - bmb_k$ | b               |                 | $m5_{k-1} + bmb_k$ | 0           | 0     |
| S1             | $m5_{k-1} + bmd_k - m0_{k-1} - bmc_k$ | c               | $m1_k$          | $m0_{k-1} + bmc_k$ | 1           | 1     |
|                | $m0_{k-1} + bmc_k - m5_{k-1} - bmd_k$ | d               |                 | $m5_{k-1} + bmd_k$ | 1           | 1     |
| S2             | ***                                   | e               | $m2_k$          | $m1_{k-1} + bmc_k$ | 0           | 1     |
|                |                                       |                 |                 |                    |             |       |
| S3             | $m3_{k-1} + bmg_k - m2_{k-1} - bmf_k$ | f               | $m3_k$          | $m2_{k-1} + bmf_k$ | 0           | 1     |
|                | $m2_{k-1} + bmf_k - m3_{k-1} - bmg_k$ | g               |                 | $m3_{k-1} + bmg_k$ | 0           | 1     |
| S4             | $m3_{k-1} + bmi_k - m2_{k-1} - bmh_k$ | h               | $m4_k$          | $m2_{k-1} + bmh_k$ | 1           | 0     |
|                | $m2_{k-1} + bmh_k - m3_{k-1} - bmi_k$ | i               |                 | $m3_{k-1} + bmi_k$ | 1           | 0     |
| S5             | ***                                   | j               | $m5_k$          | $m4_{k-1} + bmi_k$ | 0           | 0     |

表9

【0050】

【表10】

| Recorded path | State     |           |           |           |       | Critical path |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------|
|               | $s_{k-4}$ | $s_{k-3}$ | $s_{k-2}$ | $s_{k-1}$ | $s_k$ |               |
| A             | S0        | S0        | S1        | S2        | S3    | B             |
| B             | S0        | S1        | S2        | S3        | S3    | A             |
| C             | S0        | S0        | S1        | S2        | S4    | D             |
| D             | S0        | S1        | S2        | S3        | S4    | C             |
| E             | S2        | S3        | S4        | S5        | S0    | F             |
| F             | S2        | S4        | S5        | S0        | S0    | E             |
| G             | S2        | S3        | S4        | S5        | S1    | H             |
| H             | S2        | S4        | S5        | S0        | S1    | G             |
| I             | S3        | S3        | S4        | S5        | S0    | J             |
| J             | S3        | S4        | S5        | S0        | S0    | I             |
| K             | S3        | S3        | S4        | S5        | S1    | L             |
| L             | S3        | S4        | S5        | S0        | S1    | K             |
| M             | S5        | S0        | S1        | S2        | S3    | N             |
| N             | S5        | S1        | S2        | S3        | S3    | M             |
| O             | S5        | S0        | S1        | S2        | S4    | P             |
| P             | S5        | S1        | S2        | S3        | S4    | O             |

表10

【0051】また、トレリス符号化を施したものに対しても、最小ユークリッド距離を持つパターンに対して同じ処理を行なってもよい。

【0052】

- 20 【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、各情報記録再生装置で、ユークリッド距離が最小であるパスの尤度の差を求め、その差を統計処理することにより、少ないサンプル数で、低いエラーレイトを得る最適な調整値の設定を行なうことが可能となる。よって、従来と比較して、調整時間が短縮されシステムの総合特性を高めることができ、また、媒体の一部欠陥によりエラーレイトの最小値が制限される場合でも低いエラーレイトとに相当する特性に調整可能となり総合特性を高めることができる。さらに、情報記録再生装置上で低いエラーレイトとに相当する特性に自動調整可能となり総合特性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】パルシャルレスポンス特性の一例を示す説明図である。

【図2】状態遷移を示すトレリス線図である。

【図3】差メトリックの標準偏差／差メトリックの平均値とプロバビリティとの関係を示すグラフである。

【図4】差メトリックが負の値をとる確率が高い2つのパス間の距離が最小値となるトレリス線図（状態遷移図）である。

- 40 【図5】本発明に係る情報記録再生装置の余裕度検出装置のブロック構成図である。

【図6】本発明に係る他の情報記録再生装置の余裕度検出装置のブロック構成図である。

【図7】図6に示した自動記録再生部内に設けられたトラッキングオフセットの調整回路のブロック構成図である。

【図8】トラッキングサーボオフセット電圧と差メトリックの標準偏差との関係を示すグラフである。

- 50 【図9】差メトリックの標準偏差の分布の広がりをも最小

にするようトラックオフセットを自動調整するアルゴリズムのフローチャートである。

【図10】パーシャルレスポンス特性の他の例を示す説明図である。

【図11】状態遷移を示すトレリス線図である。

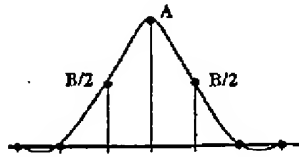
【図12】差メトリックが負の値をとる確率が高い2つのパス間の距離が最小値となるトレリス線図（状態遷移\*

※図）である。

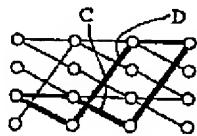
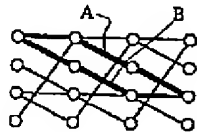
【符号の説明】

1 記録データ発生器、3  $\sigma_{\Delta\mu}/\mu_{\Delta m}$  最小化判定器、4、10 記録再生装置、5、11 最尤復号装置、6 シンクパターン検出器、7、12 記録状態検出器、8、14 標準偏差計算器、13 ディレイライン、15  $\sigma_{\Delta\mu}/\mu_{\Delta m}$  最小化制御器

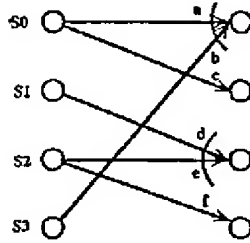
【図1】



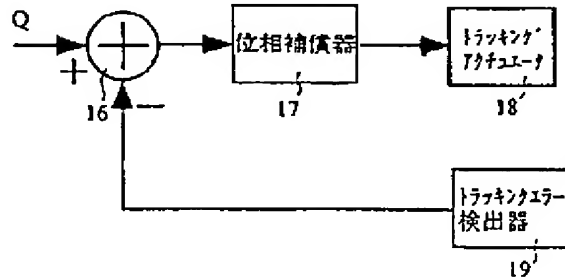
【図4】



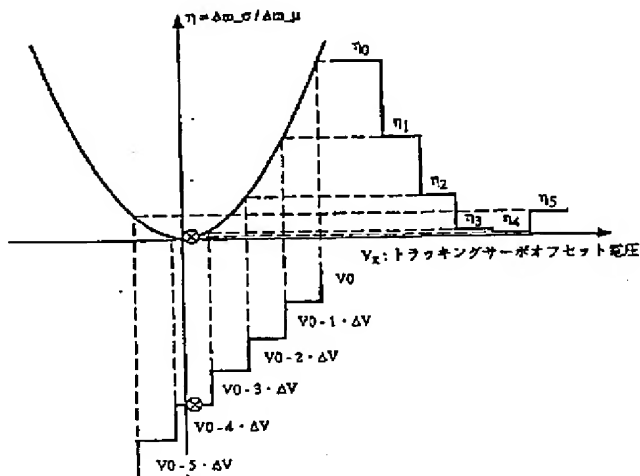
【図2】



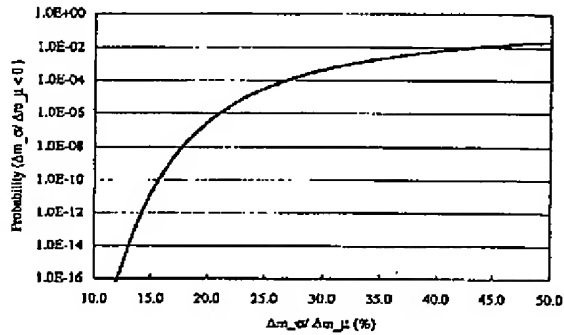
【図7】



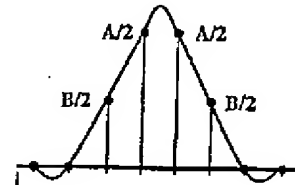
【図8】



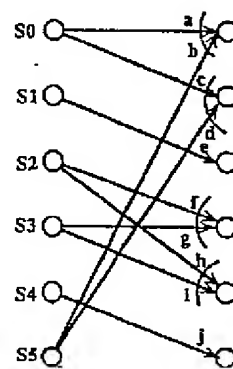
【図3】



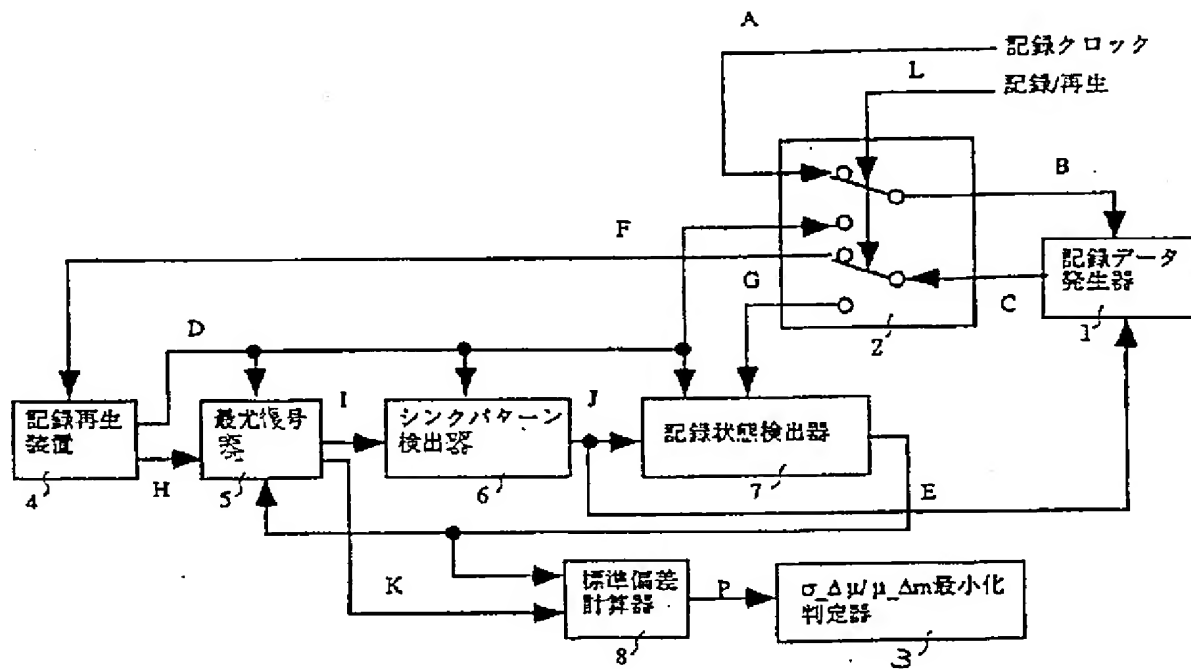
【図10】



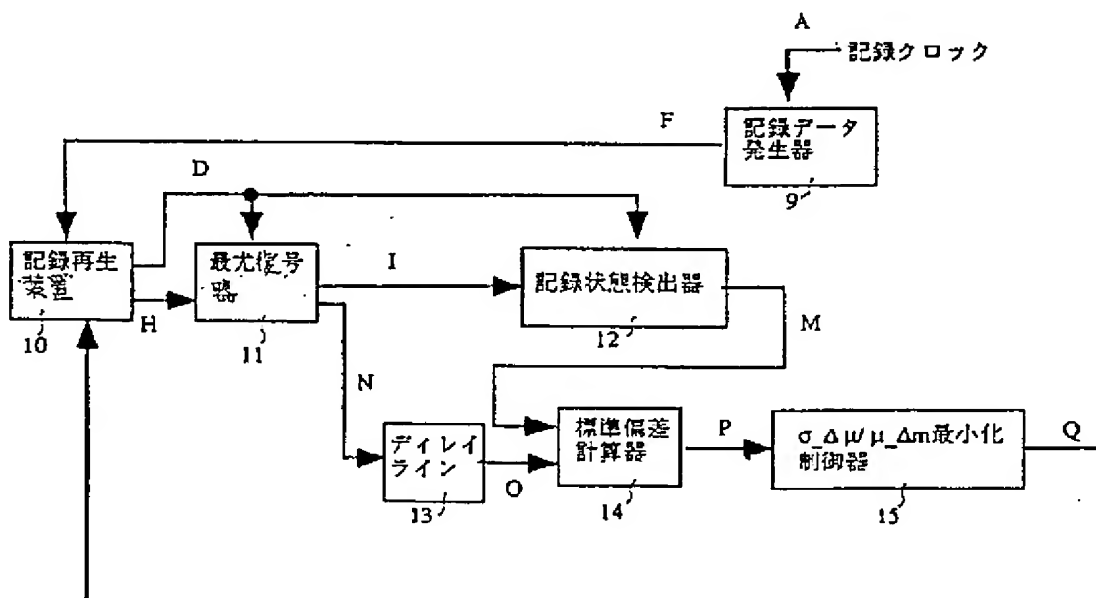
【図11】



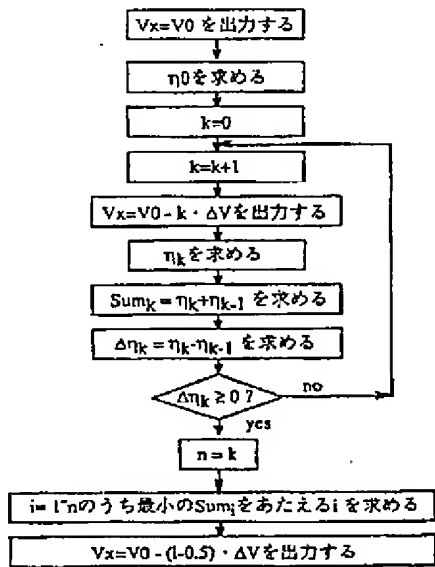
【図5】



【図6】



【図9】



【図12】

